

REDUÇÃO NO CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL NA TORRE DE RESFRIAMENTO¹

Vanderlei Ivair Gindro²
Marcelo Florêncio³
Orlando Genovez Filho⁴

Resumo

Com o objetivo de otimizar a utilização de água potável na unidade, a White Martins unidade Usiminas Cubatão realizou estudos e testes para diminuir o consumo de água potável de reposição na torre de resfriamento. Mantendo a qualidade da água e garantindo o bom funcionamento dos equipamentos, fomos gradativamente aumentando o íon cloreto da água até os novos valores aceitáveis para o processo, reduzindo assim o consumo de água potável. Por fim, obtivemos uma redução de aproximadamente 25 m³/h de água potável, a qual está sendo direcionada para o novo processo produtivo da empresa.

Palavras-chave: Cloretos livres; Redução de água.

REDUCTION IN CONSUMPTION OF DRINKING WATER IN COOLING TOWER

Abstract

To optimize the use of drinking water in unit, White Martins unit Usiminas Cubatão performed studies and testing to reduce consumption of drinking water in cooling tower replacement. Maintaining water quality and ensuring the proper functioning of equipment, we have been gradually increasing the chloride ion of water until the new acceptable values for the process, thus reducing the consumption of drinking water. Finally, we achieved a reduction of approximately 25 m³/h of drinking water, which is being directed to the company's new production process.

Key words: Chlorides free; Water reduction.

¹ Contribuição técnica ao 32º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 26º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 16 a 19 de agosto de 2011, Salvador, BA.

² Gerente de Produção de Líquidos da White Martins Gases Industriais Ltda.

³ Supervisor de Produção de Líquidos da White Martins Gases Industriais Ltda.

⁴ Químico Especialista da White Martins Gases Industriais Ltda.

1 INTRODUÇÃO

Em função do grande consumo de água potável e da importância da utilização racional dos recursos naturais, idéias surgiram a fim de reduzir-se o consumo de água na unidade.

Após análise destas sugestões, verificou-se através de estudos realizados pelo setor de laboratório da White Martins, do histórico de processos de outras fábricas similares e também através de testes para acompanhamento da qualidade da água, a viabilidade da implantação de um projeto de redução do consumo da água potável utilizada na reposição da torre de resfriamento da unidade.

Esta torre de resfriamento fornece água para as máquinas do processo de fabricação de oxigênio. A vazão desta água é de aproximadamente 3.750 m³/h, sendo que esta é toda recirculada, tendo apenas as perdas por vaporização e perdas líquidas para manter a sua qualidade. A reposição (*make up*) de água potável é fornecida pela empresa Usiminas.

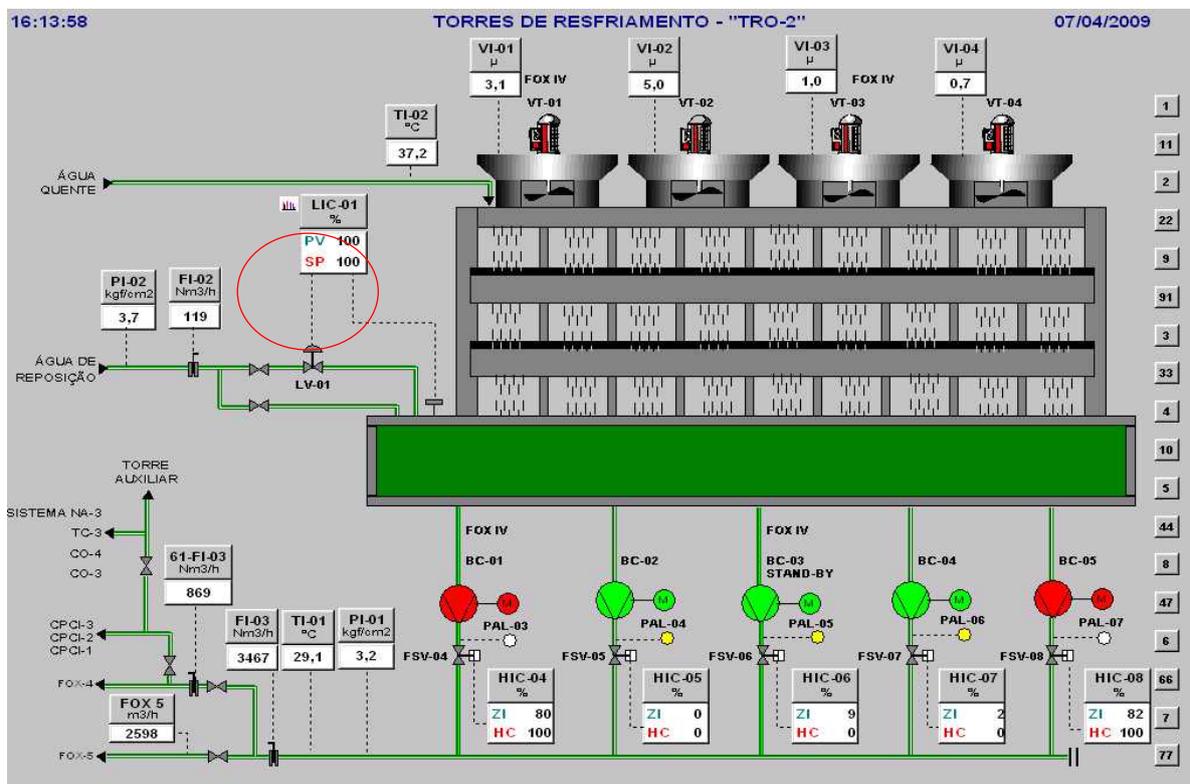


Figura 1. Tela de controle da torre de resfriamento.



Figuras 2. Torre de resfriamento da planta 4.



Figuras 3. Torre de resfriamento da planta 5.

Existe no processo de produção de oxigênio um equipamento denominado *spray cooler*, o qual faz o resfriamento do ar através do contato direto com a água da torre. Além da troca de calor há a transferência de massa, o que permite uma melhor eficiência de troca térmica.

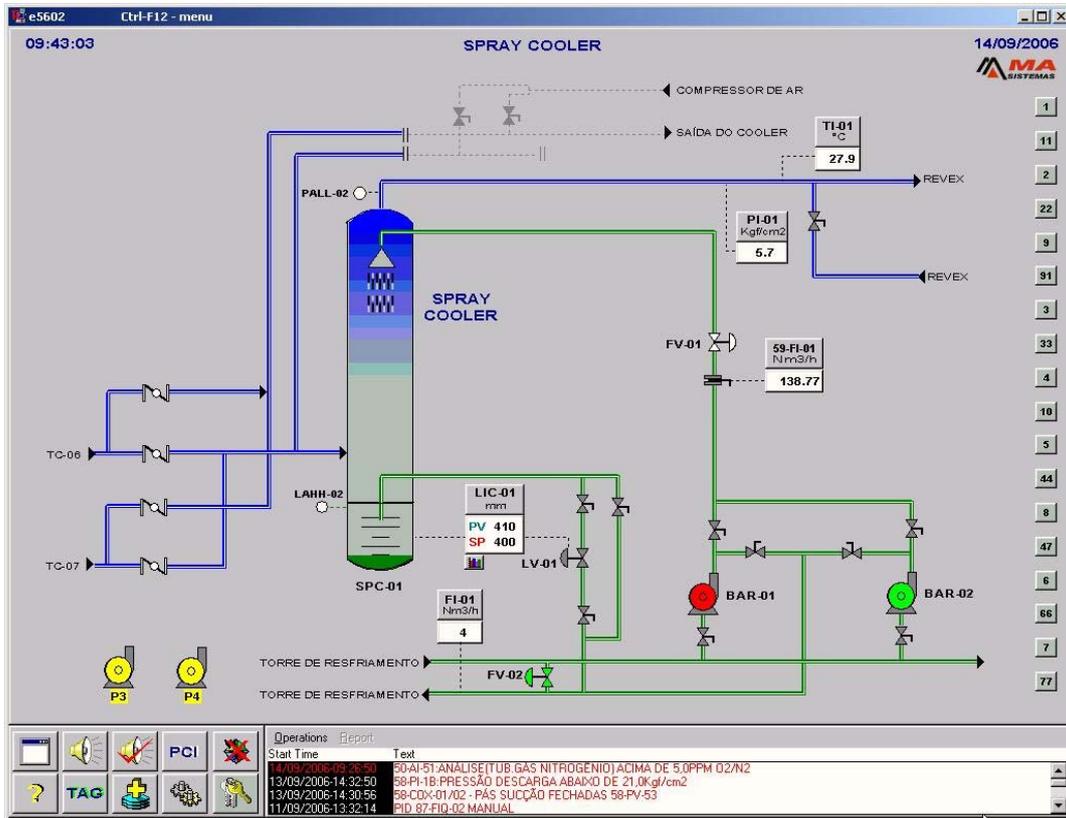


Figura 4. Tela de controle do spray cooler.

O ar resfriado é enviado para um equipamento chamado RHX (que é um trocador de calor feito de placas de alumínio). Neste sistema, correntes de produtos frios (O₂ e N₂) provenientes da coluna de destilação, são aquecidas à temperatura ambiente enquanto resfriam a corrente de ar no trocador de calor com passes reversíveis. Neste processo, as impurezas como CO₂ e H₂O se congelam no passe de ar. Para evitar a obstrução do ramo de ar, há uma troca de passes com nitrogênio waste a cada 10 minutos. Como o waste possui uma pressão menor do que a do ar, as impurezas são evaporadas e ventadas para a atmosfera. Para facilitar esta vaporização, é necessário que a temperatura do ar e do waste sejam as mais próximas possíveis em todos os pontos do trocador.

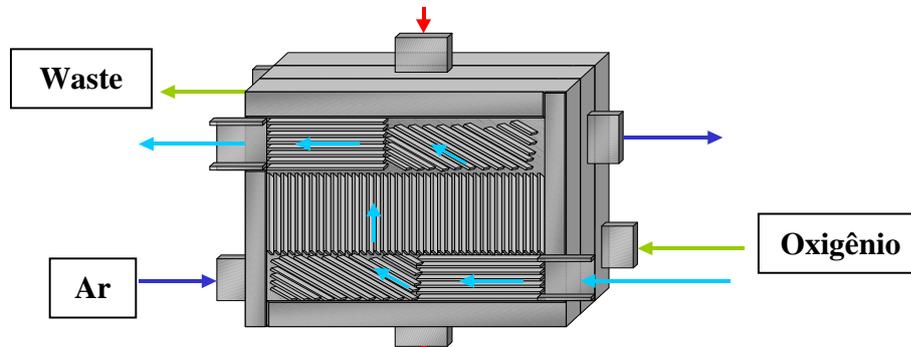


Figura 5. Desenho trocador RHX.

O tipo de trocador criogênico mais utilizado em processos de separação de ar é o tipo BAHX (*Brazed Aluminum Heat Exchange*). Este trocador é compacto e possui alta eficiência de troca térmica. Seus passes são dimensionados de forma que todas as correntes que trocam calor entrem de forma cruzada ou em contracorrente.

A maior parte do consumo de água ocorria em função da redução do íon cloreto, que anteriormente estava trabalhando com valores menores que 30 PPM.

Com a instalação de novos equipamentos no sistema de tratamento químico da água, tais como medição contínua de condutividade para monitoramento da concentração dos sais dissolvidos na água de recirculação e dosagem automática de produtos químicos, somando-se a experiência obtida com plantas White Martins de características semelhantes a esta e das quais possuíamos o histórico, foi-nos possível verificar que poderíamos trabalhar com um nível de íon cloreto aceitável até 60 PPM, sem prejudicar os limites de corrosão dos equipamentos de alumínio do RHX.

E foi assim que, com os novos valores aceitáveis de cloreto residual na água, nos foi possível atingir o objetivo de redução da água de reposição, mantendo a qualidade da água dos equipamentos.



Figura 6. Foto demonstrando tratamento químico.



Figura 7. Foto demonstrando medição e dosagem de produtos.

Veja quadro com demonstrativo do controle da qualidade da água na Torre de resfriamento (Figuras 8 e 9).

**CONTROLE ANALÍTICO REALIZADO PELO LCTA/CCM
TORRE DE REFRIGERAÇÃO/2010**

USINA: COSIPA TORRE: FOX 4#5 - T2														Conama	
Análises/meses	Jan.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Máximo Permitido	18/357 05
Dureza Total	40	50	54	60	48	30	60	50	60	40	64	44	48	800 ppm	5 a 9
Dureza Cálcio	20	30	36	40	30	20	40	36	40	28	50	36	34	600 ppm	
Dureza Magnésio	20	20	18	20	18	10	20	14	20	12	14	8	14	200 ppm	
Cloreto	25	25	30	32	36	34	25	40	35	40	65	45	27	800 ppm	
Alc. Fenol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 ppm	
Alc. Metil	20	20	30	30	30	30	20	24	20	20	28	24	20	100 ppm	
Alc. Total	20	20	30	30	30	30	20	24	20	20	28	24	20	100 ppm	
pH	7,7	6,8	7,4	7,3	7,1	7,1	7,6	7,3	7,6	7,5	7,7	7,5	7,2	7,0 a 7,8	
Fósf. Inorgânico	0,25	0,2	0,5	0,8	0,3	0,32	0,4	0,4	0,16	0,3	2,6	0,4	0,5	6 ppm	
Fósf. Orgânico	0,45	0,7	1,1	0,53	0,68	1,2	0,5	0,34	0,5	6,5	0,7	0,5	10 ppm		
Fósf. Total	0,7	1,2	1,9	0,83	1	1,6	0,9	0,5	0,8	9,1	1,1	1	16 ppm		
Fosfato Total	0,76	0,76	1,5	2,45	0,92	0,98	1,22	1,22	0,49	0,92	8,1	1,22	1,53	18 ppm	
Fosfonato	1,45	x	2,5	x	3,55	x	1,71	x	2,19	x	3,87	x	1,61	x	10 a 20 ppm
Sulfato	10,5	15	29	25	25,7	30	57,5	38,4	35,2	213	21,6	63	49	500 ppm	
Silicato	19,6	21	37,7	31,7	24,2	37,7	53	44	30,5	29	41,5	29	22	180 ppm	
Ferro Total	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,2	1,4	1,2	1,2	1,4	0,8	0,6	5 ppm	
Cobre	0	0,1	0,2	0,2	0,2	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0,1	1 ppm	
Zinco	1,2	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,4	0,4	0,5	0,2	0,2	5 ppm	
S.T.D.	69	76	120	124	78	56	78	68	88	66	85	57	52	1600 ppm	
Condutividade	121	151	245	255	158	123	159	139	181	137	226	155	139	4000 µs/cm	
Ciclo de Conc.	2,4	x	2,3	3,1	x	2,5	x	1,8	x	2,4	x	4	x	5	7 a 10
Sólidos Suspensos	20,01	29,01			14,04	25,05	8/jul	16/jul			7/out	1/dez	20,12	5 a 20	

Figura 8. Controle analítico da torre de resfriamento – 2010.

**CONTROLE ANALÍTICO REALIZADO PELO LCTA/CCM
TORRE DE REFRIGERAÇÃO/2011**

USINA: COSIPA TORRE: FOX 4#5 - T2														Conama	
Análises/meses	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Máximo Permitido	18/357 05	
Dureza Total	45	54	54	34	70									800 ppm	5 a 9
Dureza Cálcio	32	34	34	24	46									600 ppm	
Dureza Magnésio	20	20	20	10	24									200 ppm	
Cloreto	60	65	115	60	55									800 ppm	
Alc. Fenol	0	0	0	0	0									0 ppm	
Alc. Metil	34	44	40	30	34									100 ppm	
Alc. Total	34	44	40	30	34									100 ppm	
pH	7,3	7,7	7,7	7,1	7,4									7,0 a 7,8	
Fósf. Inorgânico	0,7	1,8	0,55	0,65	1,65									6 ppm	
Fósf. Orgânico	2,4	3,1	1,05	2,25	5,15									10 ppm	
Fósf. Total	3,1	4,9	1,6	2,9	6,8									16 ppm	
Fosfato Total	2,76	5,51	1,68	1,99	5,05									18 ppm	
Fosfonato	7,26	x	10	3,39	x	7,26	x	16,6						10 a 20 ppm	
Sulfato	0	0	2,4	0	3,8									500 ppm	
Silicato	28	42	38,5	28	47,5									180 ppm	
Ferro Total	1,6	1,4	1,8	1,6	0,8									5 ppm	
Cobre	0,1	0	0,1	0,1	0,1									1 ppm	
Zinco	0,2	0,4	0,5	0,2	0,3									5 ppm	
S.T.D.	107	148	134	58	110									1600 ppm	
Condutividade	288	329	293	127	284									4000 µs/cm	
Ciclo de Conc.	3,2	x	3,3	x	3,5	x	2,8	x	4,4	x				7 a 10	
Sólidos Suspensos	15		8	15	15									20 ppm	

Figura 9. Controle analítico da torre de resfriamento – 2011.

Por último, foi realizado também um trabalho de conscientização junto aos técnicos de produção da unidade, a respeito da importância da redução da vazão de reposição da água para os novos padrões operacionais.

2. RESULTADOS OBTIDOS

2.1 Redução do Consumo Médio Mensal de Água Potável

Em 2009, o consumo total de água de reposição da Torre de Resfriamento das plantas foi de 1.010.600 m³, com uma vazão média de 115,4 m³/h.

Em 2010, com o projeto tendo sido iniciado no mês de janeiro, obtivemos no final deste ano a média de 90,2 m³/h ao invés dos 115,4 m³/h do ano anterior, o que significou uma redução de 21,8% no consumo de água potável anual, ou seja, uma economia total de 221.206 m³ somente em 2010.

Já em 2011 (janeiro a maio), podemos observar que continuamos o trabalho de redução de consumo de água, com resultados ainda melhores que nos anos anteriores. Estes valores podem ser acompanhados pelo gráfico de consumo mensal de água potável em Dam³ e pelo consumo médio horário da reposição de água potável na torre de resfriamento (Figuras 10 e 11).

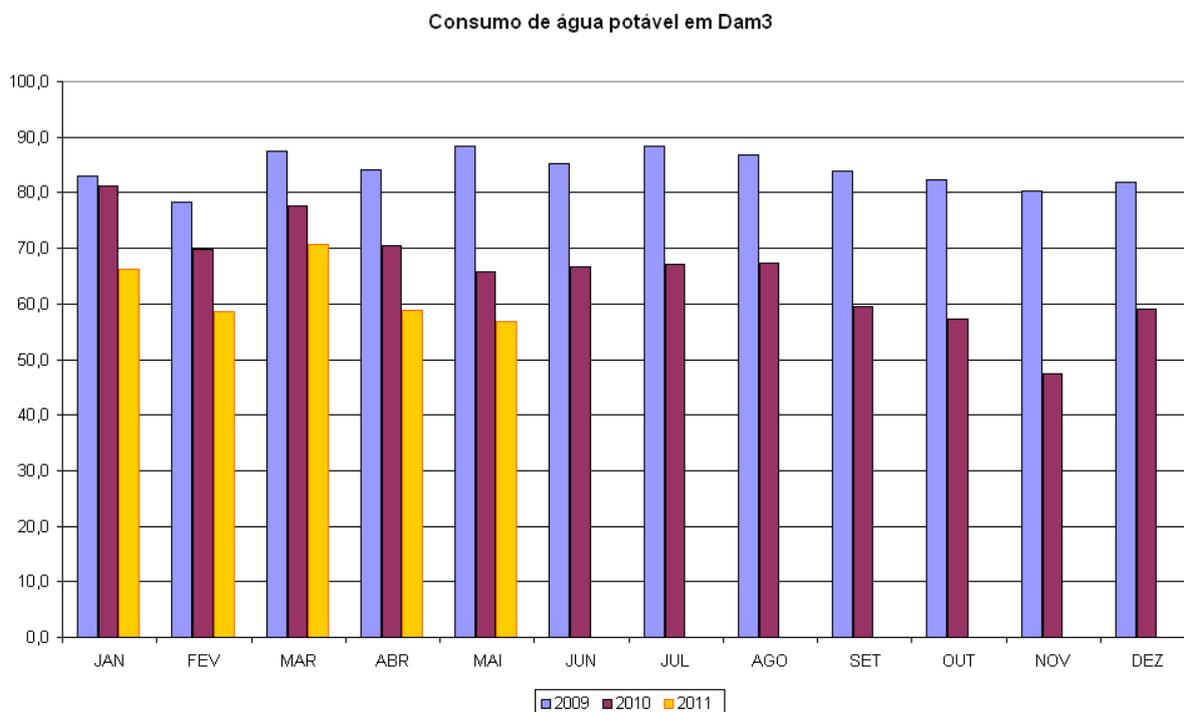


Figura 10. Gráfico de consumo mensal de água potável.

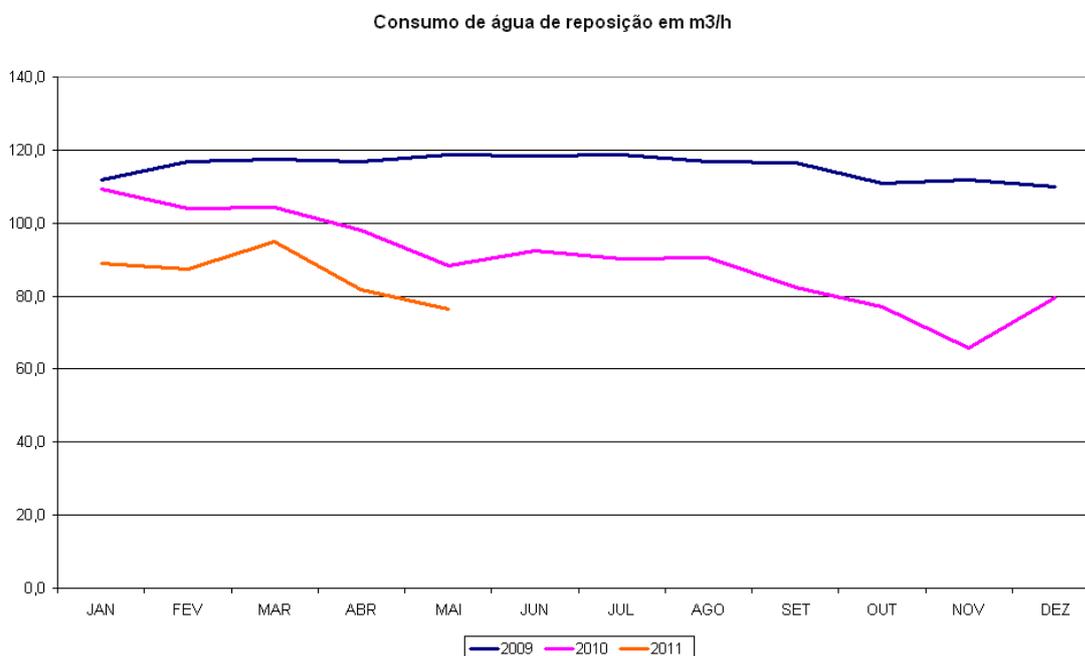


Figura 11. Gráfico de consumo de água de reposição.

2.2 Aumento da Eficiência no Consumo Anual de Água

2.2.1 Ano de 2009

Em 2009, o consumo médio de água foi de 115,4 m³/h para uma produção de 1.700 ton/dia de oxigênio no site.

Consideramos como premissa que:

$$\text{Consumo Específico} = \text{Consumo de água} / \text{Produção de toneladas de GO2}$$

Assim, se dividirmos o consumo médio de água em m³/h pela produção de oxigênio em ton/dia teremos:

$$\text{Consumo Específico} = 115,4 \text{ m}^3 / 1.700 \text{ ton} = 0,067647 \text{ m}^3 / \text{ton}$$

2.2.2 Ano de 2010

Havia uma previsão que em 2010 estaríamos com uma nova planta (expansão do site) em operação. Este processo produtivo consumiria em média 20 m³/h de água na sua torre de refrigeração e com isso haveria um aumento no consumo de água do site, atingindo-se então o volume de aproximadamente 135,4 m³/h.

No entanto, um dos mais importantes pontos na implantação deste projeto refere-se ao fato de havermos conseguido manter o consumo de água total em aproximadamente 110,2 m³/h, ou seja, obtivemos um aumento na produção de oxigênio com redução do consumo de água potável.

Em 2010, o consumo médio de água no site foi de 90,2 m³/h para uma produção de 1.700 ton/dia e o consumo médio de água da nova planta foi de 20 m³/h com uma produção de 300 ton/dia.

Tabela 1. Consumo de água versus produção de oxigênio

	Consumo de água	Produção de oxigênio
Local	m3/h	ton/dia
Site	90,2	1700
Planta nova	20	300
Total	110,2	2000

Houve portanto um ganho significativo na eficiência do consumo da água. Se dividirmos o consumo médio de água em m³/h pela produção de oxigênio em ton/dia obtemos o seguinte resultado:

$$\text{Consumo específico} = 110,2 \text{ m}^3/2.000 \text{ ton} = 0,0551 \text{ m}^3/\text{ton}$$

Desta forma, comparando-se o consumo específico dos anos de 2009 e 2010, obtivemos em 2010 uma redução de 22,77% do consumo de água em relação ao ano anterior.

2.3 Perspectivas para 2011

Em 2011 este projeto deixou de ser denominado como experimental, tornando-se um novo parâmetro operacional da Unidade.

E tendo em vista as atuais projeções, com média parcial de 85,87 m³/h (média de consumo do mês de janeiro a maio de 2011 conforme tabela abaixo), temos grande expectativa em melhorar ainda mais o desempenho na redução do consumo de água.

Tabela 2. Consumo médio mensal de água

2011	m3/h
JAN	88,98
FEV	87,35
MAR	95,03
ABR	81,68
MAI	76,30
media	85,87

Tabela 3. Consumo médio de água

	Integrador
dia	60FI02
31/12/2010	98161
23/1/2011	53294
diferença	44867

A média parcial de 2011, a qual está em 85,87 m³/h, demonstra um resultado bem abaixo da média anual realizada em 2010, que foi de 90,17 m³/h.

Onde:

Tabela 4. Consumo médio anual

	m3/h	Dam3/ano
2010	90,17	789394,02
2011	85,87	752203,23
Diferença	4,30	37190,791

Com estas projeções, acreditamos ser possível obter um valor ainda melhor em 2011, talvez até mesmo economizar algo em torno de 37.190 m³/ano de água em relação a 2010, através da implantação definitiva deste projeto.

A estimativa para esta redução no consumo baseia-se no cálculo abaixo:

$$90,17 - 85,87 = 4,30 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$4,30 \times 24 \text{ horas} \times 365 \text{ dias} = 37.190 \text{ m}^3 \text{ de água potável}$$

3 ANEXOS

3.1 Instrumento de Medição da Vazão de Água

O instrumento de medição da vazão de água é um transmissor Yokogawa EJ1 (faixa de medição de 0 m³/h a 500 m³/h). Tem como elemento de medição a placa de orifício e o controle de vazão da água de reposição é feito através do integrador de água.

3.2 Monitoramento Consumo Água Potável

Pelo fato de ser a responsável pelo fornecimento de água potável, o seu consumo também é monitorado pelo setor de controle de energéticos da Empresa Usiminas Cubatão.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Balanço Energético Global e Utilidades 2010